



---

# PROJET DE TRAÇAGE DANS LE MASSIF DU DÉVOLUY

---

Porté par le Comité Spéléologique Régional D (LIPAM)



En collaboration avec  
la Fédération française de spéléologie  
le Comité départemental de spéléologie et de canyon des Bouches-du-Rhône



---

Alexandre Zappelli  
Administrateur de la LIPAM  
Responsable scientifique régional

mars 2014

## I Situation géographique

Le Dévoluy est un massif calcaire des pré-alpes du sud. Il est situé au nord-ouest de la ville de Gap. La grande majorité du massif appartient au département des Hautes-Alpes. Une petite frange nord-ouest, ainsi que les résurgences des Gillardes sont dans le département de l'Isère.



Figure 1 : Carte géographique régionale.

Le Dévoluy est fortement karstifié et compte de nombreux gouffres. L'essentiel des écoulements souterrain est drainé jusqu'aux deux résurgences des Petites et Grandes Gillardes au nord du massif.

## II Situation géologique et hydrogéologique

Le massif du Dévoluy se structure comme un vaste ensemble synclinal déversé vers le nord. Il est constitué de deux plis majeurs : le synclinal de Saint-Disdier à l'ouest et le synclinal de Saint-Etienne à l'est. L'ensemble est traversé par une faille chevauchante d'axe nord-sud dont on observe bien la trace au nord et au sud du massif. Au niveau stratigraphique, les affleurements sont dominés par les calcaires sénoniens du crétacé supérieur (en vert sur la figure 3). Le cœur du synclinal quand à lui abrite des dépôts tertiaires. La puissance de ces calcaires sénoniens est souvent importante (de l'ordre de 500 mètres d'épaisseur), ils reposent sur des séries marno-calcaires du crétacé inférieur pouvant constituer un niveau de base hydrogéologique (voir la figure 2 pour une coupe simplifiée).

Il est hors de propos ici de détailler toute la complexité de la géologie locale. Des descriptions précises peuvent être trouvées sur le site « Geo-Alp » et sur la notice géologique de la carte de Saint-Bonnet. Cependant, il est intéressant de souligner une activité de recherche toujours actuelle sur la structure et la stratigraphie du Dévoluy. Lors d'une étude récente, une équipe de géologues de Grenoble a défendu l'existence d'une importante lacune stratigraphique au niveau des calcaires marneux du crétacé inférieur (Michard, Dumont, Andreani, & Loget, 2010). Cette lacune, observée sur le terrain (voir le site « Geo-Alp » pour des photos et commentaires de discordances), ne se rencontrerait pas dans tout le massif, mais pourrait changer localement les conditions d'écoulement.

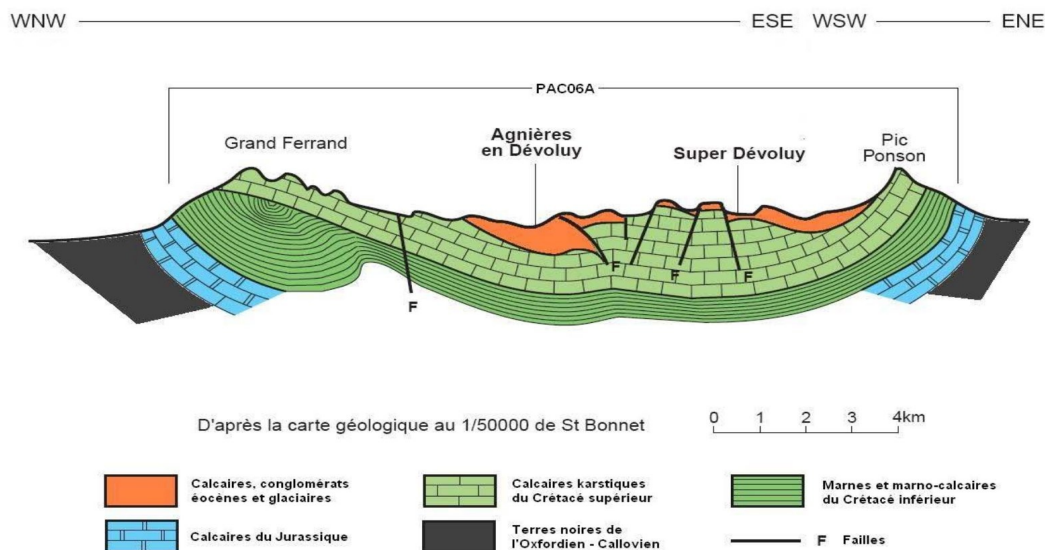


Figure 2 : Coupe simplifiée.

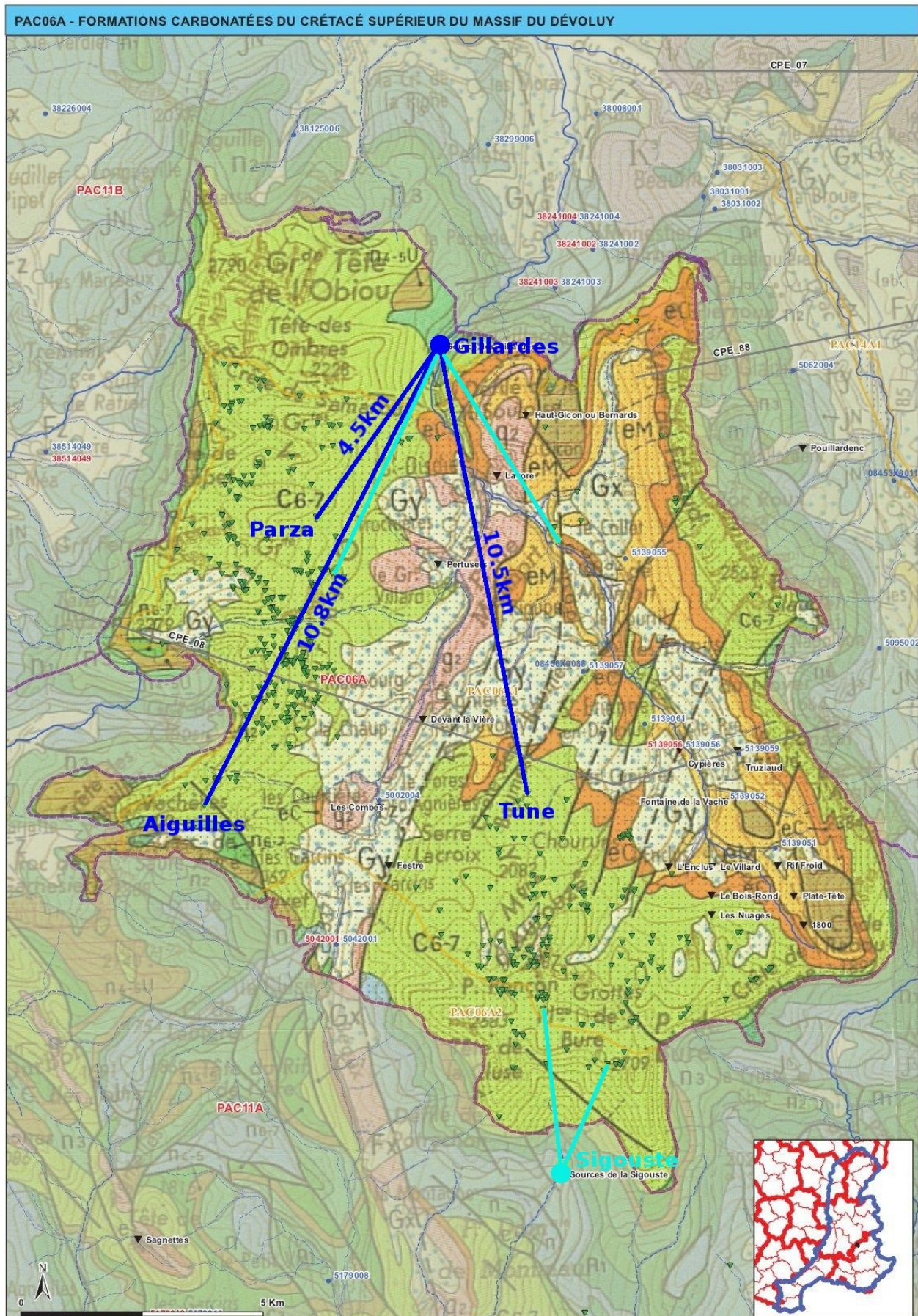


Figure 3 : Carte géologique locale, en vert sont représentés les calcaires sénoniens. Les traçages prévus sont matérialisés en bleu foncé, ceux déjà réalisés en bleu clair.

Sur le plan de l'hydrogéologie, deux thèses de doctorat (Luparini, 1975 et Bonhomme, 1972) servent toujours de références. Il existe aussi dix colorations déjà réalisées, souvent anciennes (voir tableau). Il existe une « controverse » qui porte sur la nature des écoulements souterrains : sous forme de drains ou de nappe ? Bonhomme avance une série d'arguments en faveur d'une nappe. Luparini en s'appuyant sur les résultats de traçages (dont deux qu'il a mené en collaboration avec des clubs de spéléologie au chourum des Aiguilles et au chourum Clot), et des analyses physico-chimiques des eaux, penche nettement pour l'existence d'écoulement rapides sous formes de drains. De plus, les deux auteurs mentionnés ci-dessus avaient déjà noté le caractère singulier du Puits des Bans. Plus récemment, des scientifiques et des spéléologues ce sont intéressés à cette curiosité ancestrale du massif. Des lurographes ont été déposés dans cette cavité pour suivre en continu le niveau de mise en charge (Bertochio, 1997). Suite à cette première étude, en s'appuyant sur des données complémentaires, Lismonde et al. (Lismonde, Morel, & Bertochio, 2008) ont proposé un modèle théorique cohérent qui expliquerait à la fois les débits observés aux Gillardes et les niveaux de mise en charge dans le Puits des Bans. Plusieurs enseignements importants peuvent être tirés de cette étude. D'abord, le Puits des Bans ne fonctionne pas comme un simple piézomètre branché sur une éventuelle nappe. Un argument fort de cette affirmation est l'existence d'une relation linéaire « anormale » entre le niveau de mise en charge au Puits des Bans et le débit des Gillardes.

Les traçages précédents sont évidemment précieux. Ils nous apportent des renseignements scientifiques et permettent d'orienter les expériences à venir. Le tableau propose une synthèse des traçages déjà effectués. Laissons de côté ceux réalisés sur le plateau de Bures qui s'écoulent vers le sud et sortent à la Source de la Sigouste. Concernant les autres, deux points sautent immédiatement aux yeux. D'abord aucun essai n'a été positif au Puits des Bans malgré l'utilisation de techniques récentes et de traceurs fiables. Sur les autres essais, que ce soit sur le bassin de la Souloise ou de la Ribière, les temps de restitution sont remarquablement courts avec des taux de restitution élevés. Comme nous l'avons mentionné plus haut, c'est une indication forte pour des écoulements de type drain. On remarquera que toutes les colorations (hormis celles des Bans et de la Parza) ont eu lieu au printemps en régime de fonte des neiges avec donc des niveaux d'eau relativement importants. Le traçage au Chourum de la Parza effectué courant août a été détecté seulement après un orage important. Nous éviterons lancer une campagne de traçage au cœur de l'été. La fin du printemps semble plus adapté pour la réussite de notre projet.

Injection					Réapparition			
Gouffre	Date	Colorant	Q - kg	Dbt - l/s	Sortie	Tps - h	Dist - km	V - m/h
La Parza	18/08/59	fluo			Gillardes	144	4,5	31
Bans	Aout 64	fluo			-	-	4,8	
Bans	Aout 66	fluo		0,08	-	-	4,8	
Napoléon	25/05/73	fluo			Sigouste	< 70	2,7	38
Martin	15/04/74	fluo	1,5	25	Gillardes	< 50	5,3	106
Aiguilles	31/05/74	Rhod B	4	0,4	Gillardes	70	10,8	154
Tunes	Print. 77	fluo			Gillardes	72	10,8	
Bure 3	29/08/79	fluo	2	névé	Sigouste	< 360	3,4	9
Bans	14/06/03	NaI	1	0,5	-	-	4,8	
Bans	15/05/04	NH <sub>4</sub> B	12	0,3	-	-	4,8	

### III Motivations

Les motivations pour mener à bien ce projet sont multiples. Il y a bien sur une motivation spéléologique car le drain principal du massif n'a toujours pas été atteint. Cela suggère de belles découvertes, certes encore hypothétiques, mais très stimulantes. Cette première préoccupation croise naturellement d'autres purement scientifiques. Nous espérons ainsi apporter des contraintes supplémentaires pour identifier le type d'écoulement souterrain dominant sur le massif du Dévoluy : drains, nappe ou une combinaison des deux ? D'autre part, l'Agence de l'Eau du bassin Rhône-Méditerranée a identifié la masse d'eau souterraine du Dévoluy comme stratégique. C'est en effet une masse d'eau peu exploitée et de bonne qualité. Le document de référence de l'Agence de l'Eau souligne aussi une forte sensibilité à une pollution potentielle en surface (ref).

D'une manière plus précise, quels intérêts pourraient-ils y avoir pour une nouvelle campagne de traçage ?

- Tout d'abord, hormis les derniers traçages au Puits des Bans, tous ceux réalisés sont très anciens (voir tableau) et n'ont pas bénéficié de suivi quantitatif. Le traçage du Chourum des Aiguilles a eu un suivi quantitatif manuel, mais le maximum de concentration a été manqué rendant une interprétation précise délicate (Luparini, 1975). Nous espérons donc qu'un jeu de traçages effectués avec des moyens modernes apporteraient des éléments nouveaux.

- Ensuite, comme nous l'avons souligné ci-dessus, la majorité des traçages a été effectuée en régime de hautes-eaux. Sachant que le régime hydrologique peut fortement dépendre de la quantité d'eau en circulation, nous projetons de faire deux campagnes de colorations. Une suivant un régime de fin de fonte des neiges (avril/mai), l'autre suivant un régime de hautes-eaux sur une queue de décrue par exemple.

- D'autre part, ce serait la seule campagne de multi-traçage cohérente. Nous pensons en particulier faire des traçages de part et d'autre de la faille chevauchante traversant le massif pour éventuellement juger de son influence sur les écoulements souterrains.

- De plus, nous avons l'objectif de faire des relevés quantitatifs. C'est à dire de mesurer la masse de traceur récupérée à la sortie du système. Pour ce faire, comme souligné précédemment, la connaissance des débits aux Gillardes est essentiel. Ces données quantitatives apporteraient une richesse déterminante pour l'interprétation. Elles apporteraient aussi des éléments précieux sur la réaction du système hydrologique du Dévoluy en cas de pollution et pourraient être intégrés dans des modèles théoriques d'écoulement et de dispersion des eaux souterraines.

### IV Projet technique

#### 1) Organisation générale du projet

Le choix des cavités pour les points d'injection seront discutées dans le paragraphe suivant. Les points de sortie surveillés se limiteront aux Grandes et aux Petites Gillardes. Ces deux résurgences, distantes l'une de l'autre d'à peine 500 mètres sont situées respectivement en rive gauche et rive droite de la Souloise. Ces deux exutoires sont communément supposés drainer l'ensemble du massif. Des sources secondaires existent sur les flancs ouest et est du massif, mais leur débit est négligeable comparé aux Gillardes.

Si nous avons comme objectif d'effectuer des mesures quantitatives des concentrations de colorant, il nous faut déterminer le plus précisément possible le débit des deux exutoires suivis, ceci en continu dans le temps pendant toute la campagne de mesure. La mesure directe du débit à la source est en pratique très difficile. La solution la plus simple serait de mesurer le débit de la Souloise en amont et en aval des Gillardes. C'est la solution adoptée par Lismonde et al. dans leur étude de 2008. En effet, à cette époque trois stations limnimétriques étaient en place dans le massif permettant de déduire le débit des Gillardes. Sur ce point nous nous sommes rapprochés du service hydrologique d'EDF qui gère la station de mesure au pont des Infernets en aval des Gillardes. Ce service serait disposé à nous fournir leurs données de débit à titre gracieux. De plus ils seraient intéressés pour nous assister dans la détermination du débit amont. Pour cette mesure nous utiliserons les débits cumulés des stations hydrologiques en service à Saint-Etienne et à Saint-Disdier. Elle serait doublée par une station de mesure temporaire mise en place sur un ancien site de mesure au niveau du Pont de la Baume.

Sur chacune de nos deux stations de mesure, aux Petites et Grandes Gillardes, nous placerons un fluorimètre automatique de type GGUN de la marque Albillia. Afin de confirmer la qualité de ces mesures et de palier à un éventuel dysfonctionnement, les mesures des fluorimètres seront doublés par des prélèvements manuels. Ils seront stockés à l'abri de la lumière pour une analyse ultérieure en laboratoire. La mesure du niveau du bruit concernant la fluorescence naturelle pour les trois traceurs choisi est importante pour estimer la qualité des mesures. Pour ce faire, les fluorimètres seront placés quelques jours avant l'injection des traceurs. Ce type d'appareil mesure aussi la température de l'eau. Un suivi de la conductimétrie serait aussi très intéressant.

L'implication de la Fédération Française de Spéléologie est bien entendue très forte dans ce projet à travers les instances nationales et tous les échelons locaux. Tout d'abord c'est la structure régionale fédérale, la « Ligue Provence Alpes Méditerranée » (Lipam) qui porte ce projet. Ensuite nous pouvons compter sur la structure nationale et sa commission scientifique pour le prêt de matériel et les conseils, puis sur le Comité Départemental de Spéléologie des Hautes-Alpes (CDS05) pour le prêt de matériel, la connaissance du terrain et le soutien logistique. Enfin nous espérons que plusieurs clubs seront mobilisés localement et à l'échelle de la région pour mener à bien sur le terrain ce projet. Nous pourrions aussi compter sur l'appui de d'Aix-Marseille Université pour de précieux conseils et une aide pour l'analyse des échantillons.

L'idéal serait aussi d'impliquer les acteurs locaux extérieurs au monde de la spéléologie. Bien sur, il conviendra de prévenir toutes les communes concernées par le traçage (Saint-Etienne-en-Dévoluy, Agnières-en-Dévoluy, Saint-Disdier, Pellafol, Monestier-d'Ambel) afin d'obtenir leur accord, mais aussi solliciter une participation. Elle pourrait, par exemple, prendre la forme d'une aide pour relever les échantillons. Ce projet pourrait être aussi l'occasion de sensibiliser le public à la question de la ressource en eau.

## 2) Choix des cavités

Au vu des objectifs affichés plus haut, les critères retenus pour le choix des cavités à tracer sont les suivants par ordre d'importance :

- présence d'un actif significatif même en période d'étiage ;
- au moins une cavité située de chaque côté du massif par rapport à la faille ;
- la zone à tracer doit être relativement facile d'accès ;
- plutôt une cavité ayant déjà eu un traçage positif.

Le premier critère fondamental pour la bonne réussite des opérations n'est pas si simple à réaliser sur le massif du Dévoluy et restreint déjà drastiquement la liste des cavités possibles. Parmi

les candidates on peut citer sur l'ouest du massif, le Chourum de la Parza, le Chourum des Fontaines, le Chourum Gnoccis-Forcenés, le Chourum de la Combe aux Buissons, Le Chourum des Aiguilles et la Tune au Renards. Sur l'est du massif, le Chourum La Fille ou les Trous de la Tune.

Parmi la liste ci-dessus, nous retiendront le Chourum de la Parza, le Chourum des Aiguilles et les Trous de la Tune. Les autres cavité pourront servir de cavité de repli en cas de problème (typiquement un manque d'eau au point d'injection souterrain).

### 3) Choix des colorants

Dans le même ordre d'idée que précédemment, nous nous efforcerons de suivre les critères suivant pour le choix des colorants :

- innocuité pour l'environnement ;
- compatibilité avec le fluorimètre ;
- compatibilité réciproque pour la détection ;
- faible seuil de détection ;
- coût ;
- faible absorption par le milieu naturel.

Par compatibilité réciproque on entend des colorants dont les émissions en fluorescence sont situées dans des plages de longueurs d'onde différentes. Cette condition est nécessaire afin de permettre une identification et une séparation aisée par le fluorimètre. D'autre part, le fluorimètre le plus commun est le GGUN30 de la marque Albillia. Ils sont équipés par défaut de cellules pouvant détecter trois classes spécifiques de colorants. Au regard de tous ces critères, la fluorescéine (ou uranine) est communément considéré comme le colorant le plus performant pour des traçages hydrogéologiques. Elle sera utilisée pour le gouffre le plus éloigné de l'exutoire. On retiendra aussi le naphthionate de sodium et la sulforhodamine B reconnus pour leur efficacité et leur faible toxicité (Gombert, 2013).

### 4) Estimation des quantités de traceur

C'est un point délicat. Les données des anciens traçages nous apportent des indications précieuse. Deux types méthodes peuvent être mise en œuvre pour estimer les quantités de traceur nécessaires. Une purement empirique en utilisant des formules et/ou des abaques éprouvés sur divers systèmes karstiques. Une autre méthode dite analytique utilise des modèles de dispersion.

En gardant à l'esprit la difficulté d'obtenir des quantités de traceur fiables, nous utiliserons la formule empirique proposée par (Dörfliger, 2010) spécifique pour les aquifères karstiques. Elle fait intervenir la distance à l'exutoire L (Km), le débit de l'exutoire Q (M<sup>3</sup>/s) ainsi qu'un facteur de correction suivant le traceur employé  $\alpha$  (Kg/Km) :

$$M = \alpha \cdot L \cdot 10(Q/100)^{0,93}$$

Afin de s'assurer de l'efficacité de la formule, nous pouvons estimer la masse de traceur donnée pour le chourum des Aiguilles et comparer avec la masse utilisée par Luparini. Si nous prenons Q=2 M<sup>3</sup>/s, la coloration étant effectuée fin mai (restes de neige ?), la formule ci-dessus indique 5Kg de traceur. Ce chiffre est proche des 4Kg réellement injectés pour obtenir une coloration positive. Ce résultat ne valide évidemment pas cette formule, mais fourni néanmoins un



point de cohérence.

Cavité	Situation	Distance à l'exutoire (Km)	Traceur prévu	Masse (Kg) Q=2 M <sup>3</sup> /s	Masse (Kg) Q=10 M <sup>3</sup> /s
<b>Chourum des Aiguilles</b>	Ouest	10,8	Fluorescéine	3	14
<b>Trous de la Tune</b>	Est	10,5	Sulforhodamine	6	25
<b>Chourum de la Parza</b>	Ouest	4,5	Naphtionate de sodium	3	13

Le tableau ci-dessus liste les cavités cibles, leur situation sur le massif (ouest ou est par rapport à la faille chevauchante), la distance à l'exutoire, si un traçage a déjà été effectué, la nature du traceur envisagé ainsi que la masse pour un débit à l'exutoire de 2 M<sup>3</sup>/s (régime de fonte) et de 10 M<sup>3</sup>/s (régime de haute-eaux).

## 5) Plan d'échantillonnage

Les fluorimètres de terrain GGUN30 sont pourvus d'enregistreurs automatiques. Nous fixeront le pas d'échantillonnage court à 10 minutes avant leur immersion. Ce pas devrait échantillonner correctement tous les types de situations ainsi nous ne modifieront plus le réglage de cet appareil au cours des mesures. Vu les temps de sortie courts (de l'ordre de 3/4 jours), nous prévoyons des campagnes de mesure d'au plus 2 semaines.

Concernant les prélèvements manuels, nous ferons 4 prélèvements par jours les 4 premiers jours, puis 2 prélèvements par jours les 3 jours suivants, puis 1 prélèvement journalier jusqu'à la fin de la campagne. Soit 29 prélèvements par campagne, 58 en tout. Le même fonctionnement est prévu pour la seconde campagne de mesures. L'analyse des échantillons sera confiée au service d'hydrogéologie de l'université d'Orléans (le CETRAHE).

## 6) Interprétation et valorisation des résultats

Les résultats bruts attendus seront sous forme de courbes de restitution de concentration des différents traceurs en fonction du temps. L'interprétation de ces courbes dépend d'un grand nombre de paramètres tels que la géologie locale, la géométrie des vides karstiques (fissuration, taille moyenne des chenaux...), le régime des écoulements, la dispersion des traceurs, leur absorption et leur transformation chimique dans le milieu... Tous ces paramètres ne peuvent pas être contraints simultanément, mais on peut proposer un ensemble cohérent qui rend compte des résultats des traçages. Le logiciel TRAC développé par un consortium coordonné par le BRGM et disponible librement pourra être utilisé dans ce but.

Les paramètres cohérents avec l'interprétation des traçages concernant les vides karstiques (taux de fissuration, taille moyenne des chenaux...) et la nature des écoulement (vitesse moyenne des traceurs, dispersions...) pourront venir enrichir et contraindre des modèles analytiques d'écoulements comme celui proposé par Lismonde. Si comme prévu, les traçages sont positifs pour des régimes de moyenne et hautes-eaux, des contraintes supplémentaires riches d'enseignements pourront être intégrés dans ces modèles. L'objectif est de comprendre la dynamique des écoulements souterrains, le volume global d'eau stockée, l'influence de la structure géologique locale (en particulier celle du chevauchement).

Ces résultats seront publiés sous plusieurs formes. Un rapport technique concernant le déroulement du projet sera établi le plus rigoureusement possible. Les résultats seront présentés dans une version adaptée à un large public dans la revue de la Fédération Française de Spéléologie (Spelunca). Une étude plus poussée sera aussi proposée à la revue à comité de lecture Karstologia.

## 7) Calendrier prévisionnel sommaire

### Automne 2014 :

Constitution d'un dossier et demandes de soutien financier à divers partenaires (Agence de l'Eau, région PACA, Comité Spéléologique Régional, Comité Départemental de Spéléologie des Hautes-Alpes).

### Début 2015 :

Il sera important de communiquer le projet aux communes concernées afin d'obtenir leur accord et éventuellement une petite aide matérielle.

### mai 2015 :

En collaboration étroite avec les spéléologues locaux, il faudra équiper les cavités choisies jusqu'au point d'injection. Cette opération devra être menée à l'avance afin de permettre un repli sur une cavité de second choix en cas de problème (actif asséché par exemple). Pour cette étape nous compterons particulièrement sur la collaboration du CDS 05 et des clubs locaux.

### juin 2015 :

Avant l'injection, il faudra équiper les deux points de sortie (Petites et Grandes Gillardes) avec les fluorimètres. Ces appareils seront placés quelques jours avant les injections de traceurs afin d'obtenir une mesure fiable du niveau de fluorescence naturelle et de sa variabilité.

Ensuite l'injection devra se réaliser de manière synchronisée en prenant soin d'évaluer de la manière la plus précise possible le débit au point d'injection. Le dispositif de mesure sera prévu pour rester opérationnel au moins vingt jours en continu. Le prélèvement des flacons devra se faire régulièrement suivant le plan d'échantillonnage. On veillera à ce que les flacons soient conservés à l'abri de la lumière et si possible dans un endroit frais.

### Automne 2015 :

Si les cavités choisies ont donné des traçages positifs. Nous pouvons envisager une deuxième campagne identique en période de hautes-eaux. L'idéal serait de procéder à l'injection sur une queue de décrue après un percement du Puits des Bans par exemple.

Il restera alors la partie d'analyse et d'interprétation des données et de publication des résultats qui se fera en mobilisant de nombreuses personnes ressources au sein du milieu spéléologique.

## IV Estimation du coût

Les chiffres du tableau ci-dessous sont donnés en euros et hors-taxes.

L'essentiel des subventions sera utilisée pour acquérir le matériel nécessaire pour mener à bien ce projet. Nous donnerons aussi une évaluation chiffrée de la participation bénévole. Les fluorimètres de terrain seront prêtés par la Fédération Française de Spéléologie. Le plan de

financement ci-dessous inclut l'achat des colorants, les frais d'analyse des échantillons, un conductimètre de terrain, le matériel spéléologique pour équiper les cavité à tracer, puis des achats divers. Les achats divers couvriront le petit matériel : verrerie pour conditionner les échantillons, matériel de protection (gants, masques, combinaisons) pour les injections de traceurs, les frais de publications.

Pour la partie valorisation du bénévolat nous avons fixé une rémunération horaire brute de deux fois le SMIC pour des fonctions que nous jugeons hautement qualifiées soit 19 €/h. Le décompte des heures passées sur le terrain est difficile à comptabiliser, nous proposons l'estimation suivante :

- équipement des cavités et injection des colorants : 3 équipes de 4 personnes pendant 8h ;
- coordination et suivi sur le terrain : 1 équipe de 2 personnes pendant 21 jours, 8h/jours ;
- élaboration du projet, analyse des résultats, publications : 1 personne, 2 mois, 8h/jours.

Soit au total 912 heures de travail bénévole dévolues à ce projet pour une estimation financière de 17328 €.

<b>Produits</b>		<b>Dépenses</b>	
<b>Subventions</b>		<b>Matériel</b>	
Agence de l'eau	4200	Traceurs	5560
CG 05	4200	conductimètre	1194
<b>Fonds propres</b>		Matériel Spéléo.	841
CSR D	600	Divers	800
CDS 05	439	<b>Services</b>	
		Analyses	1044
<b>Total</b>	<b>9439</b>	<b>Total</b>	<b>9439</b>

## Références

- Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, fiche de caractérisation des masses d'eau No 6108, « Les calcaires crétacés du Dévoluy+Aiguilles de Lus ».
- Bertochio, P. (1997). Les mystères du puits des Bans. *Spelunca*, 106, 23–30.
- Bohomme, J.L. (1972). Etude hydrogéologique et hydrodynamique du karst des calcaires sénoniens. Massif du Dévoluy, Hautes-Alpes. *Thèse de doctorat, CNAM*.
- Dörflinger, N. (2010). Guide méthodologique. Les outils de l'hydrogéologie karstique pour la caractérisation de la structure et du fonctionnement des systèmes karstiques et de l'évaluation de leurs ressources. *BRGM-ONEMA/RP-58237-FR*
- Gidon M. Site de géologie générale avec un chapitre complet consacré au Dévoluy : [http://www.geol-alp.com/devoluy/index\\_devoluy.html](http://www.geol-alp.com/devoluy/index_devoluy.html)
- Gidon M., Buffet G., (1979). Notice explicative de la carte géologique de Saint-Bonnet. BRGM.
- Gombert, P., Carré, J. (2013). Toxicité et écotoxicité des principaux traceurs fluorescents employés en hydrogéologie et de leurs produits de dégradation. *Karstologia*, 58, 41-53.
- Lismonde, B., Morel, L., & Bertochio, P. (2008). Hydrologie du Dévoluy : La Souloise, les Gillardes et le puits des Bans. *Karstologia*, 51, 33–44.
- Luparini, V. (1975). Étude hydrogéologique du massif du Dévoluy. *Thèse de doctorat, université de Grenoble 1*.
- Michard, A., Dumont, T., Andreani, L., & Loget, N. (2010). Cretaceous folding in the Dévoluy mountains (Subalpine Chains, France): gravity-driven detachment at the European paleomargin versus compressional event. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 181(6), 565–581.
- TRAC, outil d'interprétation des traçages (2013)
- BRGM, Université d'Orléans (Institut des Sciences de la Terre, Polytech), bureau d'études EDREE. <http://trac.brgm.fr>